

水位データを用いた新しい漂流ゴミ輸送量推定法の検討

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
東京理科大学理工学部土木工学科

学生員 ○尾ノ井 龍仁
正会員 二瓶 泰雄

1. はじめに

近年、沿岸域における漂着ゴミ問題が世界的に注目されているが、ゴミの起源であると想定される陸域から河川を経由して海域に漂流ゴミが「いつ」、「どのくらい」流入するかに関しては依然として解明されていない。それに対して著者らは、漂流ゴミ採取装置やビデオモニタリングシステムに基づいて漂流ゴミ輸送量調査を中小河川（大堀川）や大河川（江戸川）において実施し、出水時において漂流ゴミ輸送量が卓越することや東京湾への年間ゴミ流入量を明らかにした^{1), 2)}。そこでの漂流ゴミ輸送量算定には、汚濁負荷量算出に一般的に用いられる L - Q 式（ L ：物質輸送量， Q ：流量）を用いているものの、ゴミ輸送量 L と流量 Q の相関性は概して低いためゴミ輸送量の推定精度向上が大きな課題である。河川における漂流ゴミの発生過程としては、**図1**に示すように、低水路側岸や高水敷が冠水した後にそこに存在する植生や樹木、ペットボトル等が流出していると想定されることから、ゴミ輸送量は水位変化と何らかの関係があるものと推測される。これらのことを念頭にして、本研究では、ゴミ輸送量 L と水位変化率 $dH/dt (= \dot{H})$ の相関関係を明らかにすると共に、その L - $\dot{H}$ 式に基づいて新しい漂流ゴミ輸送量評価法の提案することを試みる。そのためには、現地観測データを取得・蓄積する必要があるが、2009年度に引き続き、2010年度も出水時漂流ゴミ輸送量調査を江戸川において行った。

2. 現地観測・データ解析方法

観測サイトは江戸川・野田橋（河口から+39km）である。観測を行った出水イベントは台風1012号（2010/9/24，総雨量63mm，H.W.L：6.09Y.P.m）と台風1014号（2010/10/31～11/2，総雨量107mm，H.W.L：7.22Y.P.m）の二つである。

ゴミ輸送量調査法としては、前報と同じく、ゴミの直接採取とビデオ撮影を行う。まず、横断面の1地点にて矩形枠のゴミ採取装置（1m×1m）を橋上より降ろし一定時間水中に設置し、表層を流れる漂流ゴミを直接採取する。矩形枠には網目2.5cm間隔のネットが取り付けられている。得られたゴミについては、実験室に持ち帰り、種類分別を行うと共に、乾燥質量等を分析し、単位幅漂流ゴミ輸送量を算出する。また、横断面全体のゴミ輸送量分布を把握するために、橋上よりほぼ真下をデジタルビデオカメラ（HDR-XR550V，SONY製）により1分間撮影し、これを横断面内の9地点で行う。得られた動画データの画像解析方法についても、前報同様に、分割された静止画中に検査線（幅1m）を設け、検査線内に占める漂流ゴミの割合 D_f を算出する。この D_f と直接採取された単位幅ゴミ輸送量の相関関係を求め、 D_f の横断分布を単位幅ゴミ輸送量の横断分布に変換して断面全体の漂流ゴミ輸送量を求める。上記の観測データに加え、前報の観測結果（台風0909号，H.W.L7.84Y.P.m），同地点の水位・流量データ（国交省提供）を合わせて、以下のデータ解析を行う。

3. 結果と考察

（1）画像解析結果の精度

ビデオカメラによる画像解析結果 D_f と直接採取により得られた単位幅ゴミ輸送量の相関関係を**図2**に示

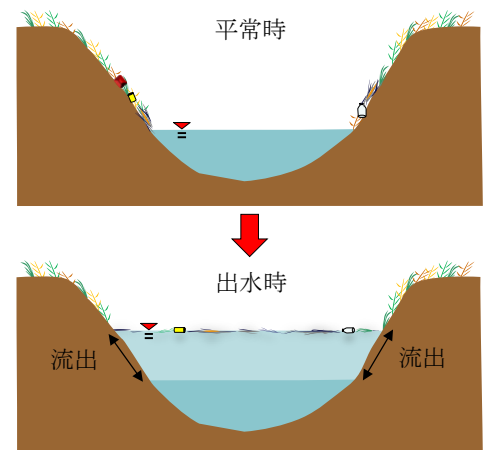


図1 漂流ゴミ発生過程の模式図

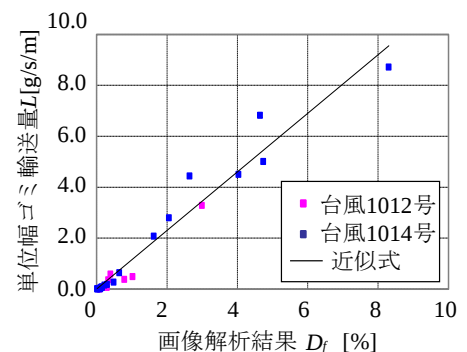


図2 画像解析結果 D_f と単位幅ゴミ輸送量の相関図

キーワード：漂流ゴミ，洪水，ゴミ輸送量，水位変化率

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4031）FAX：04-7123-9766

す。図中には、観測結果に加え、それらに対する近似直線も表示する。これより、出水イベントによらず両者は良好な直線関係が得られ、その相関係数 r は 0.98 となり、本画像解析手法の計測精度は概ね良好であることが示された。

(2) 出水時のゴミ輸送量の時間変動パターン：ゴミ輸送量の評価方法について検討するために、台風 1014 号出水時における水位 H とゴミ輸送量の時間変化を図 3 に示す。ここでは水位の時間変化率 $dH/dt (= \dot{H})$ も合わせて図示する。また、ゴミについては、質量輸送量を表示している。これより、水位ピークより前の増水期にゴミ輸送量はピークとなり、水位ピーク時には、ゴミ輸送量は明確に減少していることが分かる。また、ゴミ輸送量の時間変動パターンは、水位そのものよりも、水位の時間変化率と概ね類似していることが分かる。これより、ゴミ輸送量評価には、水位や流量そのものよりも水位の時間変化率を用いるほうが有用であることが示唆された。

(3) ゴミ輸送量評価方法の精度検証：上記の知見を定量的に検討するために、ゴミ輸送量 L の評価方法として前報で用いられた「ゴミ輸送量 L と流量 Q の相関図 (L - Q 関係) 及び「 L と水位の時間変化率 $\dot{H}$ との相関図 (L - $\dot{H}$ 関係)」を図 4 に示す。ここでは、3つの出水イベントの結果が表示されており、いずれのイベントも高水敷がわずかに冠水する程度の出水規模である。まず、 L - Q 関係に着目すると、ゴミ輸送量は増水期に相対的に大きく、減水期に小さくなる、という時計回りのヒステリシスをとるのは全イベントで共通しているが、イベント間の差は少なからず大きい。また、ある流量 (約 $313\text{m}^3/\text{s}$) でゴミ輸送量がピークとなっている。この流量を境にそれぞれ近似式を当てはめると図中の太線の結果となり、前報と同様な「山型」の L - Q 式となっている。一方、 L - $\dot{H}$ 関係を見ると、どの出水イベントでも概ね類似した傾向が見られており、図中に示される近似式が得られている。このように、相関係数 r は 0.79 であり、この L - $\dot{H}$ 関係の相関性は概ね良好であることが分かる。

これらの相関関係に基づくゴミ輸送量の推定結果を見るために、上述した図 3 に推定結果の時系列データも表示している。これより、 L - Q 式による推定結果は、ゴミ輸送量の大きさや変動パターンが観測値と大きくずれている。それに対して、 L - $\dot{H}$ 式による推定結果は観測値を概ね再現していることが分かる。より定量的に比べるために、3つの出水イベント時におけるゴミ輸送量調査を行った時間帯での観測値と推定値の平均値を比べたものを図 5 に示す。これより、 L - Q 式による推定値は誤差がいずれも 30%以上となっているのに対して、 L - $\dot{H}$ 式による推定結果の誤差は相対的に小さく最大でも 25%である。以上の結果から、 L - $\dot{H}$ 式に基づくゴミ輸送量推定法の精度は概ね良好であることが定量的に示された。

参考文献：

- 1) 二瓶泰雄, 若月宣人：土木学会論文集B, Vol.66, No.1, pp19-24, 2010
- 2) 二瓶ら：海岸工学論文集, Vol.66, No.1, pp1171-1175, 2010

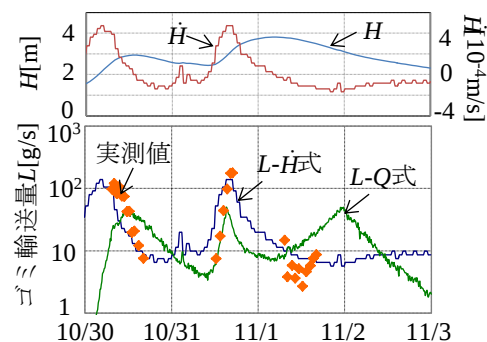
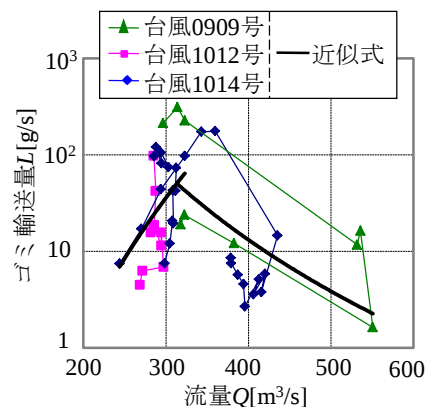
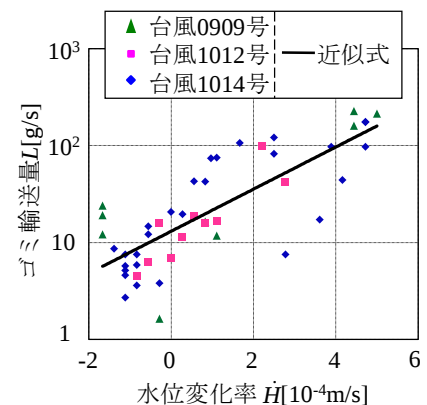


図3 台風 1012 号における水位・流量とゴミ輸送量の実測値と推定値の時間変化



(a) L - Q 関係



(b) L - $\dot{H}$ 関係

図4 ゴミ輸送量評価に用いられる相関関係の比較

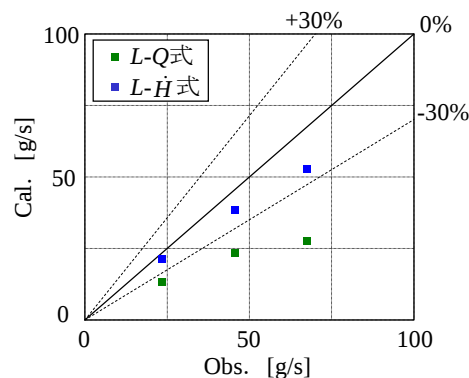


図5 ゴミ輸送量の平均値に関する実測値と推定値の比較 (出水イベント別)